

Машиностроение и машиноведение

УДК 621.838.211

doi: 10.18698/0536-1044-2023-4-3-9

Определение участка нарезания мелкомодульных зубьев в эксцентриковых механизмах свободного хода

О.В. Шарков^{1,2}, А.В. Калинин¹¹ ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»² ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»

Determination of the fine-module teeth cutting section in the eccentric free running mechanisms

O.V. Sharkov^{1,2}, A.V. Kalinin¹

Kaliningrad State Technical University

Immanuel Kant Baltic Federal University

Использование нормальных сил для передачи нагрузки позволяет повысить нагрузочную способность и надежность механизмов свободного хода. В эксцентриковых механизмах свободного хода нормальные силы реализованы в зацеплении мелкомодульных зубьев, нарезаемых на внутренней поверхности внешней обоймы и наружной поверхности эксцентриковых колец. Чтобы обеспечить правильную работу механизма в периоды заклинивания и расклинивания, значение угла расположения участка нарезания мелкомодульных зубьев следует выбирать из условия равенства радиального зазора между зубьями внешней обоймы и эксцентрикового кольца на всем рабочем участке. Для решения поставленной задачи предложена расчетная схема и получена математическая модель, описывающая взаимосвязь угла расположения участка нарезания мелкомодульных зубьев и геометрических параметров механизма. Установлен характер влияния основных геометрических параметров (радиуса, эксцентриситета, радиального зазора, модуля и др.) на угол расположения участка нарезания мелкомодульных зубьев. Показано, что этот угол зависит от эксцентриситета больше, чем от зазора и модуля.

Ключевые слова: механизм свободного хода, мелкомодульные зубья, нормальные силы, математическая модель

Normal forces use to transfer the load makes it possible to increase load capacity and reliability of the free running mechanisms. Normal forces in the eccentric free running mechanisms are realized in engagement of the fine-module teeth that are cut on the outer cage inner surface and the outer surface of the eccentric rings. To ensure correct operation of the mechanism in jamming and wedging, value of the fine-module teeth cutting section angle should be selected from the equality condition of the radial clearance between the outer cage teeth and the eccentric ring in the entire working section. To solve the problem, calculation scheme is proposed and mathematical model is obtained that describes relationship between the fine-module cutting section angle and the mechanism geometric parameters. The nature

of the main geometric parameters influence (radius, eccentricity, radial clearance, module, etc.) on the value of the teeth cutting section angle was established. It is shown that eccentricity provides the greatest influence on the working area size, radial clearance and module influences are less pronounced.

Keywords: free running mechanism, fine-module teeth, normal forces, mathematical model

Передача нагрузки нормальными силами получила широкое распространение в технике, так как обеспечивает большую нагрузочную способность и надежность механических передач. Нормальные силы задействованы, как правило, путем зацепления рабочих элементов. В механизмах свободного хода (МСХ) для передачи нагрузки нормальными силами используют храповые, микрохраповые, ячеистые, зубчатые и другие конструктивные схемы [1, 2].

Храповые МСХ применяют в технике с древнейших времен, так как они обеспечивают передачу значительных нагрузок [3–11]. Однако они имеют такие недостатки, как ограничение по скоростному режиму вследствие возникновения ударных нагрузок при включении и постоянный контакт рабочих элементов при свободном ходе.

Микрохраповые МСХ являются дальнейшим развитием храповых механизмов [12–14], в которых несколько жестких собачек заменены большим количеством (от 4 до 100) упругих пластин.

В ячеистых МСХ [15] нормальные силы возникают благодаря закатыванию ролика в специальные профильные пазы (ячейки). Главный недостаток таких механизмов заключается в значительном угле холостого поворота, достигающем $22...57^\circ$.

Зубчатые МСХ [16, 17] передают нагрузку путем зацепления зубьев. Такой принцип работы реализован и в эксцентриковых МСХ зацеплением [18]. Важным условием, влияющим на работоспособность этих механизмов, является правильный выбор участка зацепления зубьев.

Цель работы — теоретическое исследование характера влияния основных геометрических параметров эксцентриковых МСХ зацеплением на угол, определяющий участок нарезания зубьев на эксцентриковом кольце, и нахождение его рационального значения.

Эксцентриковый МСХ зацеплением (рис. 1) состоит из эксцентрика 1, на котором свободно, с возможностью относительного поворота, установлены эксцентриковые кольца 2, и

наружной обоймы 3. Так как нагрузка в механизме передается нормальными силами, на наружной поверхности эксцентриковых колец и внутренней поверхности внешней обоймы нарезаны мелко модульные зубья (ММЗ) храпового профиля. Модуль зубьев t обычно принимают равным $0,2...1,0$ мм.

В эксцентриковом кольце ММЗ нарезают на рабочем участке, определяемом углом $\beta = 60...80^\circ$, который можно представить как сумму углов $\beta = \beta_1 + \beta_2$.

В начальный период свободного хода эксцентриковое кольцо одновременно поворачивается на угол холостого поворота ξ и смещается в радиальном направлении, вследствие чего между вершинами его зубьев и зубьев внешней обоймы образуется радиальный зазор Δ . Чтобы обеспечить одинаковый радиальный зазор для всех ММЗ, расположенных на рабочем участке, значения углов β_1 и β_2 должны различаться.

Угол β_1 , задаваемый конструктивно, не должен превышать $30...40^\circ$. Следовательно, угол β_2 будет являться функцией геометрических параметров механизма: $\beta_2 = f(\beta_1, \Delta, \xi)$.

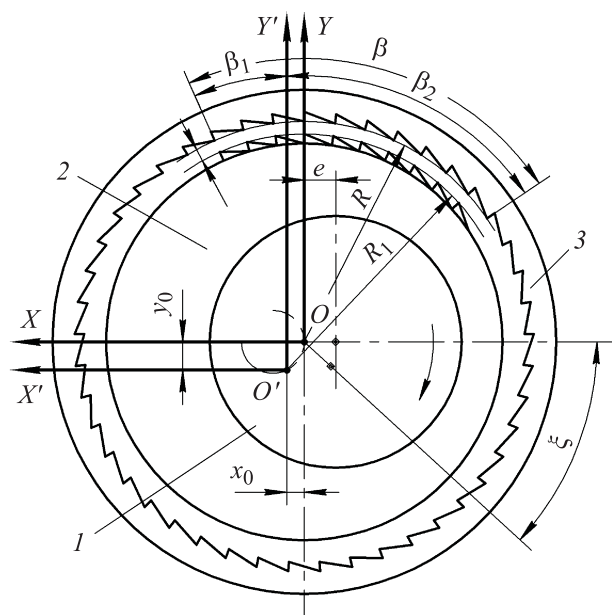


Рис. 1. Расчетная схема эксцентрикового МСХ зацеплением

Определим угол расположения участка нарезания ММЗ β_2 эксцентрикового кольца исходя из геометрических параметров эксцентриковых МСХ зацеплением.

Расчетная схема. Расчетная схема эксцентрикового МСХ зацеплением приведена на рис. 1, где R и R_1 — радиус окружности расположения вершин ММЗ внешней обоймы и эксцентрикового кольца соответственно, $R_1 = R + m$.

Для решения поставленной задачи введем две декартовы системы координат. Началом системы координат XOY примем точку O , которая одновременно является центром вращения внешней обоймы и эксцентриковых колец в заклиненном состоянии. При расклинивании центр вращения эксцентрикового кольца сместится из точки O в точку O' , принятую в качестве начала системы координат $X'O'Y'$.

Относительные смещения систем координат XOY и $X'O'Y'$ определяются выражениями [18]

$$\begin{cases} x_0 = e(\cos \xi - 1); \\ y_0 = -e \sin \xi, \end{cases} \quad (1)$$

где e — эксцентриситет.

Координаты точек вершин зубьев эксцентрикового кольца в системе $X_1O_1Y_1$ вычисляются следующим образом [18]:

$$\begin{cases} x_1 = -(R + \Delta) \sin \beta_1; \\ y_1 = (R + \Delta) \cos \beta_1. \end{cases} \quad (2)$$

Математическая модель. В работе [18] получена система уравнений, связывающая основные геометрические параметры эксцентрикового МСХ,

$$\begin{cases} (x_1 + x_0)^2 + (y_1 + y_0)^2 = R_1^2; \\ x_1^2 + y_1^2 = (R + \Delta)^2; \\ x_0^2 + y_0^2 = -2x_0e. \end{cases} \quad (3)$$

После преобразований системы уравнений (3) имеем

$$\begin{cases} x_1^2 + 2x_1x_0 + x_0^2 + y_1^2 + 2y_1y_0 + y_0^2 = R_1^2; \\ (R + \Delta)^2 - 2x_0e + 2x_1x_0 + 2y_1y_0 = R_1^2; \\ -2x_0e + 2x_1x_0 + 2y_1y_0 = R_1^2 - (R + \Delta)^2. \end{cases}$$

Окончательно получаем выражение

$$x_1x_0 + y_1y_0 = \frac{R_1^2 - (R + \Delta)^2 + 2x_0e}{2}. \quad (4)$$

После подстановки выражений (1) и (2) в формулу (4) и после дальнейших преобразований запишем

$$\begin{aligned} x_0(R + \Delta) \sin \beta_2 + y_0(R + \Delta) \cos \beta_2 = \\ = \frac{R_1^2 - (R + \Delta)^2 + 2x_0e}{2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Уравнение (5) представим в каноническом виде [19]

$$A \cos \beta_2 + B \sin \beta_2 = C, \quad (6)$$

где

$$A = y_0; \quad B = x_0; \quad C = \frac{R_1^2 - (R + \Delta)^2 + 2x_0e}{2(R + \Delta)}.$$

После преобразования уравнения (6) получаем

$$\operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2} = \frac{B \pm \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{A + C}. \quad (7)$$

Оценка физической картины функционирования механизма и предварительные расчеты с использованием выражения (7) показали, что только отрицательный корень является действительным. Тогда на основании выражения (7) получаем зависимость для определения угла, расположения ММЗ,

$$\beta_2 = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{B - \sqrt{A^2 + B^2 - C^2}}{A + C} \right). \quad (8)$$

Результаты расчетов и их обсуждение. С помощью выражения (8) проведен анализ влияния геометрических параметров эксцентрикового МСХ на угол расположения участка нарезания ММЗ β_2 . При расчетах приняты геометрические параметры, используемые в реальных конструкциях механизмов, основными из которых являлись $R_1 = 30,5$ мм; $R = 30$ мм и $m = 0,5$ мм.

Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от угла β_1 при радиальном зазоре $\Delta = 0,1; 0,3$ и $0,5$ мм приведены на рис. 2. Видно, что при варьировании угла β_1 в наиболее часто применяемой зоне рабочих значений (ЗРЗ) угол β_2 изменяется по зависимости, близкой к линейной, которая затем переходит в нелинейную. При возрастании угла β_1 с 5 до 60° (в 12 раз) угол расположения участка нарезания ММЗ увеличивается в 5,25...7,18 раза. С ростом радиального зазора угол β_2 растет по зависимости, близкой к линейной.

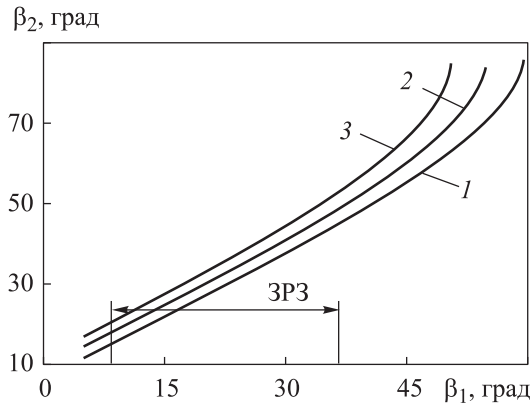


Рис. 2. Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от угла β_1 при радиальном зазоре $\Delta = 0,1$ (1), 0,3 (2) и 0,5 мм (3)

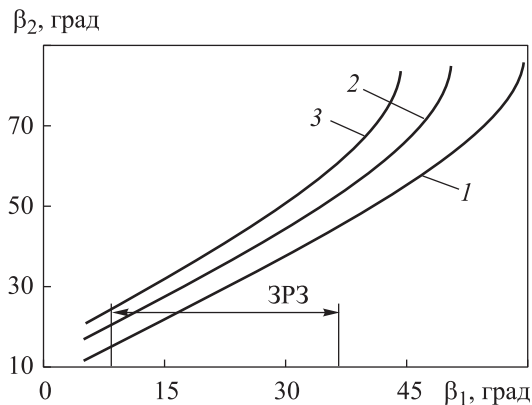


Рис. 3. Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от угла β_1 при модуле $m = 0,2$ (1), 0,5 (2) и 0,8 мм (3)

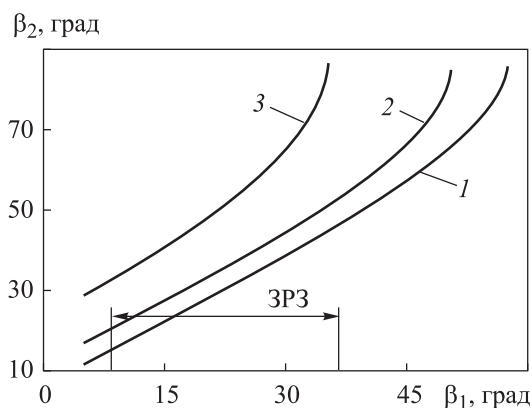


Рис. 4. Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от угла β_1 при эксцентриситете $e = 2$ (1), 4 (2) и 6 мм (3)

Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от угла β_1 при модуле $m = 0,2$; 0,5 и 0,8 мм приведены на рис. 3. При повышении модуля с 0,2 до 0,8 мм (в 4 раза) угол расположения участка нарезания ММЗ β_2 возрастает в 1,55...1,75 раза. Влияние модуля m на

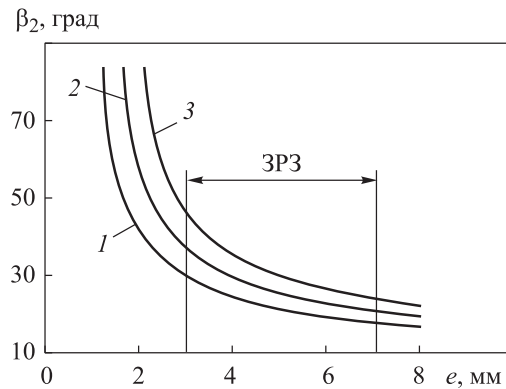


Рис. 5. Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от эксцентриситета e при угле $\beta_1 = 30^\circ$ и радиальном зазоре $\Delta = 0,1$ (1), 0,3 (2) и 0,5 мм (3)

угол β_2 имеет более выраженный характер, чем у радиального зазора Δ .

Зависимости угла расположения участка нарезания ММЗ β_2 от угла β_1 при эксцентриситете $e = 2, 4$ и 6 мм приведены на рис. 4. Видно, что изменение эксцентриситета оказывает существенное влияние на угол β_2 , что потребовало уточняющих расчетов.

Характер влияния эксцентриситета на угол β_2 показан на рис. 5. Расчеты проведены при угле $\beta_1 = 30^\circ$. Анализ полученных графиков показал, что увеличение эксцентриситета с 1,0 до 8,0 мм (в 8 раз) вызывает уменьшение угла β_2 в 6,2...10,7 раза. Большие значения угла расположения участка нарезания ММЗ наблюдаются при меньшем эксцентриситете.

Выводы

1. Получена зависимость, позволяющая анализировать и выбирать рациональное значение угла расположения участка нарезания ММЗ при заданных геометрических параметрах эксцентрикового МСХ зацеплением: радиуса окружности расположения вершин ММЗ внешней обоймы, угла β_1 , эксцентриситета e , модуля m и радиального зазора Δ .

2. Наиболее значительное влияние на угол расположения участка нарезания ММЗ оказывают угол β_1 и эксцентриситет e .

3. Влияние радиального зазора и модуля на угол расположения участка нарезания ММЗ выражено менее существенно. Модуль рекомендовано назначать из условия обеспечения необходимой нагрузочной способности механизма, а зазор исходя из требований удобства технологии изготовления и сборки элементов механизма.

Литература

- [1] Крайнев А.Ф. *Идеология конструирования*. Москва, Машиностроение, 2003. 384 с.
- [2] Klebanov V.M., Groper M. *Power mechanisms of rotational and cyclic motions*. Boca Raton, CRC Press, 2015. 530 p.
- [3] Соболев А.Н., Некрасов А.Я. Автоматизированное проектирование храповых механизмов. *Вестник МГТУ Станкин*, 2016, № 3, с. 38–41.
- [4] Рябов Г.К., Медведев В.И., Петров А.В. Работа храпового механизма свободного хода блочного типа в импульсной бесступенчатой механической передаче. *Вестник машиностроения*, 2013, № 10, с. 27–30.
- [5] Воркуев Д.С. Предельные режимы работы механизмов свободного хода храпового типа с учетом ударов. *Сборка в машиностроении, приборостроении*, 2008, № 12, с. 24–27.
- [6] Sakhaei A.H., Kaijima S., Lee T.L. et al. Design and investigation of a multi-material compliant ratchet-like mechanism. *Mech. Mach. Theory*, 2018, vol. 121, pp. 184–197, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2017.10.017>
- [7] Maske Y. Analysis of pawl ratchet mechanism in heavy vehicles. *IRJET*, 2017, vol. 4, no. 5, pp. 2469–2471.
- [8] Jalili N., Wagner J., Dadfarnia M. A piezoelectric driven ratchet actuator mechanism with application to automotive engine valves. *Mechatronics*, 2003, vol. 13, no. 8–9, pp. 933–956, doi: [https://doi.org/10.1016/S0957-4158\(03\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0957-4158(03)00009-6)
- [9] Zhou G-Q., Yuan R-W., Jiang X-M. Study on design of ratchet-pawl clutch in winder. *Appl. Mech. Mater.*, 2012, vol. 215-216, pp. 263–269, doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.215-216.263>
- [10] Arunkumar A., Muthumani T., Balasubramani V. Design and fabrication of anti roll back system in vehicles using ratchet and pawl mechanism. *IJETCSE*, 2015, vol. 12, no. 3, pp. 6–9.
- [11] Aliukov S., Shefer L., Alyukov A. Overrunning clutches in designs of inertial continuously variable transmissions. *Proc. WCE*, 2018, vol. II, pp. 684–689.
- [12] Леонов А.И. Микрохраповые механизмы свободного хода. Москва, Машиностроение, 1982. 219 с.
- [13] Бондалетов В.П., Козлова С.Н., Шенкман Л.В. Аспекты применения микрохрапового механизма свободного хода блочной конструкции. *Вестник Иркутского государственного технического университета*, 2006, № 1, с. 84–87.
- [14] Леонов С.А. Оптимизация параметров храпового механизма свободного хода с упругими рабочими телами. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2011, № 2, с. 12–15, doi: <http://dx.doi.org/10.18698/0536-1044-2011-2-12-15>
- [15] Денисов Д.А. Исследование механизмов свободного хода с ячеистой обоймой на различных режимах работы. В: *Исследование долговечности и надежности некоторых передач*. Симферополь, Таврия, 1971, с. 11–30.
- [16] Пылаев Б.В., Шамин А.А. Зубчатая обгонная муфта для нефрикционного высокомоментного вариатора. *Вестник машиностроения*, 2008, № 6, с. 3–6.
- [17] Mackin T.J., Anderson N., Aguilar S. et al. Fatigue failure of a star-ratchet gear. *Eng. Fail. Anal.*, 2013, vol. 32, pp. 334–347, doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.03.009>
- [18] Шарков О.В., Калинин А.В. Анализ условий бесконтактного движения эксцентриковых механизмов свободного хода. *Известия вузов. Машиностроение*, 2021, № 7, с. 3–9, doi: <http://dx.doi.org/10.18698/0536-1044-2021-7-3-9>
- [19] Корн Г.А., Корн Т.М. *Справочник по математике для научных работников и инженеров*. Санкт-Петербург, Лань, 2003. 831 с.

References

- [1] Kraynev A.F. *Ideologiya konstruirovaniya* [Design ideology]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2003. 384 p. (In Russ.).
- [2] Klebanov V.M., Groper M. *Power mechanisms of rotational and cyclic motions*. Boca Raton, CRC Press, 2015. 530 p.
- [3] Sobolev A.N., Nekrasov A.Ya. The automated design of ratchet mechanisms. *Vestnik MGТУ Stankin* [Vestnik MSUT Stankin], 2016, no. 3, pp. 38–41. (In Russ.).

- [4] Ryabov G.K., Medvedev V.I., Petrov A.V. Operation of ratchet free wheel mechanism of modular type in pulse infinitely variable mechanical transmission. *Vestnik mashinostroeniya*, 2013, no. 10, pp. 27–30. (In Russ.).
- [5] Vorkuev D.S. The utmost permissible operation conditions for the ratchet-gear overrunning clutch with the impact shocks considered. *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii* [Assembling in Mechanical Engineering and Instrument-Making], 2008, no. 12, pp. 24–27. (In Russ.).
- [6] Sakhaei A.H., Kaijima S., Lee T.L. et al. Design and investigation of a multi-material compliant ratchet-like mechanism. *Mech. Mach. Theory*, 2018, vol. 121, pp. 184–197, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2017.10.017>
- [7] Maske Y. Analysis of pawl ratchet mechanism in heavy vehicles. *IRJET*, 2017, vol. 4, no. 5, pp. 2469–2471.
- [8] Jalili N., Wagner J., Dadfarnia M. A piezoelectric driven ratchet actuator mechanism with application to automotive engine valves. *Mechatronics*, 2003, vol. 13, no. 8–9, pp. 933–956, doi: [https://doi.org/10.1016/S0957-4158\(03\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0957-4158(03)00009-6)
- [9] Zhou G-Q., Yuan R-W., Jiang X-M. Study on design of ratchet-pawl clutch in winder. *Appl. Mech. Mater.*, 2012, vol. 215-216, pp. 263–269, doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.215-216.263>
- [10] Arunkumar A., Muthumani T., Balasubramani V. Design and fabrication of anti roll back system in vehicles using ratchet and pawl mechanism. *IJETCSE*, 2015, vol. 12, no. 3, pp. 6–9.
- [11] Aliukov S., Shefer L., Alyukov A. Overrunning clutches in designs of inertial continuously variable transmissions. *Proc. WCE*, 2018, vol. II, pp. 684–689.
- [12] Leonov A.I. *Mikrokhropovye mekhanizmy svobodnogo khoda* [Microratchet clutching devices]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1982. 219 p. (In Russ.).
- [13] Bondaletov V.P., Kozlova S.N., Shenkman L.V. Aspects of using microratchet clutching devices of block design. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Irkutsk State Technical University], 2006, no. 1, pp. 84–87. (In Russ.).
- [14] Leonov S.A. Optimization of parameters of the ratchet free-run mechanism with resilient working bodies. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie* [BMSTU Journal of Mechanical Engineering], 2011, no. 2, pp. 12–15, doi: <http://dx.doi.org/10.18698/0536-1044-2011-2-12-15> (in Russ.).
- [15] Denisov D.A. *Issledovanie mekhanizmov svobodnogo khoda s yacheistoy oboymoy na razlichnykh rezhimakh raboty* [Study on clutching mechanisms with honeycomb cage]. V: *Issledovanie dolgovechnosti i nadezhnosti nekotorykh peredach* [In: Study on durability and reliability of some gears]. Simferopol, Tavriya Publ., 1971, pp. 11–30. (In Russ.).
- [16] Pylaev B.V., Shamin A.A. Bypass gear clutch for nonfrictional high-torque speed regulator. *Vestnik mashinostroeniya*, 2008, no. 6, pp. 3–6. (In Russ.). (Eng. version: *Russ. Engin. Res.*, 2008, vol. 28, no. 6, pp. 517–522, doi: <https://doi.org/10.3103/S1068798X08060014>)
- [17] Mackin T.J., Anderson N., Aguilar S. et al. Fatigue failure of a star-ratchet gear. *Eng. Fail. Anal.*, 2013, vol. 32, pp. 334–347, doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.03.009>
- [18] Sharkov O.V., Kalinin A.V. Analysis of the conditions for the contactless movement of eccentric freewheel mechanisms. *Izvestiya vuzov. Mashinostroenie* [BMSTU Journal of Mechanical Engineering], 2021, no. 7, pp. 3–9, doi: <http://dx.doi.org/10.18698/0536-1044-2021-7-3-9> (in Russ.).
- [19] Korn G.A., Korn T.M. *Mathematical handbook for scientists and engineers*. Courier Corp., 2000. 1130 p. (Russ. ed.: *Spravochnik po matematike dlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov*. Sankt-Petersburg, Lan Publ., 2003. 831 p.)

Статья поступила в редакцию 17.10.2022

Информация об авторах

ШАРКОВ Олег Васильевич — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Теория механизмов и машин и детали машин». ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»; профессор научно-образовательного кластера «Институт высоких технологий». ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта» (236016, Калининград, Российская Федерация, ул. А. Невского, д. 14, e-mail: o_sharkov@mail.ru).

КАЛИНИН Александр Владиславович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Теория механизмов и машин и детали машин». ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» (236022, Калининград, Российская Федерация, Советский пр-т, д. 1, e-mail: aleksandr.kalinin@klgtu.ru).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Шарков О.В., Калинин А.В. Определение участка нарезания мелкомодульных зубьев в эксцентриковых механизмах свободного хода. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2023, № 4, с. 3–9, doi: 10.18698/0536-1044-2023-4-3-9

Please cite this article in English as:

Sharkov O.V., Kalinin A.V. Determination of the fine-module teeth cutting section in the eccentric free running mechanisms. *BMSTU Journal of Mechanical Engineering*, 2023, no. 4, pp. 3–9, doi: 10.18698/0536-1044-2023-4-3-9

Information about the authors

SHARKOV Oleg Vasil'yevich — Doctor of Science (Eng.), Associate Professor, Professor of Department of Theory of Mechanisms and Machines and Machine Parts. Kaliningrad State Technical University; Professor, Institute of High Technologies Scientific and Educational Cluster. Immanuel Kant Baltic Federal University (236016, Kaliningrad, Russian Federation, A. Nevskogo St., Bldg. 14, e-mail: o_sharkov@mail.ru).

KALININ Alexander Vladislavovich — Candidate of Science (Eng.), Associate Professor, Department of Theory of Mechanisms and Machines and Machine Parts. Kaliningrad State Technical University (236022, Kaliningrad, Russian Federation, Sovetsky Ave., Bldg. 1, e-mail: aleksandr.kalinin@klgtu.ru).



**Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
предлагает читателям монографию**

«Стеновые технологии: рынок, история, организация производства»

Авторы: М.А. Масленников, Е.С. Ермолаев

В настоящей книге речь пойдет об истории развития эндоваскулярной хирургии и технологии производства стентов, начиная с постановки научно-технической задачи, и заканчивая юридическими тонкостями организации всего процесса. Впервые будут продемонстрированы этапы проектирования и оптимизации конструкции, создание заготовок, изготовления и обработки заготовок и контроль качества по современным стандартам на примере сосудистого стента, разработанного группой отечественных ученых, инженеров и практикующих врачей-хирургов.

Книга будет интересна инженерам, врачам, студентам и ординаторам, желающим познакомиться с основными принципами современного производства медицинских изделий.

По вопросам приобретения обращайтесь:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
Тел.: +7 499 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97;
press@bmstu.ru; <https://bmstu.press>